

# ANALISA PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE AMPBELL DUDECK SMITH, PALMER, DAN DANNENBRING DI PT.LOKA REFRAKTORIS SURABAYA

Nisa Masrurroh  
Teknik Industri FTI-UPN"Veteran" Jatim

## INTISARI

Tujuan penelitian ini membahas mengenai alternatif penjadwalan produksi yang optimal dengan menggunakan metode *CDS*, *Palmer*, dan *Dannenbring* yang bertujuan untuk mengetahui penjadwalan di Loka Refraktor. Penelitian ini diawali dengan menghitung masing-masing waktu proses tiap stasiun kerja, dilakukan penjadwalan dengan ketiga metode dan dibuat peta penjadwalannya. Berdasarkan perhitungan diatas menunjukkan bahwa metode *CDS* dan *Dannenbring* yang memberikan hasil yang optimal dengan keempat kategori yaitu data permintaan, waktu proses, faktor peyesuaian dan faktor kelonggaran yang menghasilkan waktu pengerjaan *job* selama 30 hari 4 jam lebih kecil dibandingkan dengan metode yang digunakan perusahaan selama ini yaitu 39 hari 8 jam dengan variasi urutan *job* tergantung dari perhitungan tiap periode sehingga dapat menghemat waktu sebesar 9 hari 4 jam atau 23.84%.

**Kata kunci :** *CDS*, *Dannenbring*, *Job*, *Penjadwalan*.

## PENDAHULUAN

Persaingan industri yang sangat ketat pada saat ini menyebabkan pertumbuhan industri yang mempengaruhi perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dalam kegiatan produksinya. Dalam suatu kegiatan produksi, untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum, maka seluruh aktivitas-aktivitas produksi terlebih dahulu harus direncanakan dengan baik. Penjadwalan produksi diupayakan untuk mendapatkan suatu penugasan pekerjaan pada yang efektif pada setiap stasiun kerja, agar tidak terjadi penumpukan *job* sehingga dapat mengurangi waktu *idle* (menganggur) atau waktu menunggu untuk proses pengerjaan berikutnya.

PT. Loka Refraktor Surabaya adalah perusahaan manufaktur penghasil produk-produk tahan api (*Refractory*). Produk yang dihasilkan adalah khusus untuk industri-industri yang dalam proses industrinya menggunakan temperatur tinggi.

Dalam proses operasionalnya PT Loka Refraktor belum melakukan penjadwalan produksi secara optimal di mana dalam hal ini masih mengalami keterlambatan dalam pengiriman produk pada beberapa konsumennya. Hal ini di akibatkan karena aktivitas produksi yang kurang efektif. Sehingga kemungkinan besar dapat mengurangi kepuasan pada pelanggannya.

perusahaan, kegagalan atau kesalahan dalam menyusun penjadwalan produksi tidak hanya dapat mengacaukan usaha pengawasan produksinya, tetapi juga dapat mempengaruhi hal-hal lain dalam perusahaan seperti jumlah produk yang dihasilkan.

Unsur-unsur vital dalam penjadwalan adalah sumber-sumber (*resources*) yang dikenal dengan daya mesin, dan tugas-tugas (*tasks*) yang dikenal dengan pekerjaan-pekerjaan (*jobs*), untuk dapat melakukan penjadwalan dengan baik, maka waktu proses kerja setiap mesin serta jenis pekerjaan (*job*) yang akan dijadwalkan perlu diketahui.

Dengan penjadwalan produksi yang baik tentunya mesin-mesin yang digunakan dapat dioperasikan sesuai kapasitas yang dimiliki dan memperkecil kemungkinan timbulnya waktu yang tidak produktif dari mesin-mesin yang digunakan, meskipun belum tentu mesin tersebut dioperasikan sebatas kapasitas maksimum, namun demikian setidaknya-tidaknya dengan suatu penjadwalan produksi yang baik maka hasil produksi relatif akan lebih tinggi.

Penjadwalan produksi berfungsi untuk membuat agar arus produksi dapat berjalan lancar sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Sehingga dapat dikatakan bahwa penjadwalan produksi dilakukan agar mesin-mesin dapat bekerja sesuai dengan kapasitas yang ada dan biaya yang seminimal mungkin, serta kuantitas produk yang diinginkan sesuai waktu yang telah ditentukan.

Adapun penjadwalan produksi yang baik dalam suatu perusahaan akan memiliki keuntungan (Arman, 1999) : 1). Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat. 2). Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas lain. Teori *Baker* mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi. 3) Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi penalti *cost*. 4) Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

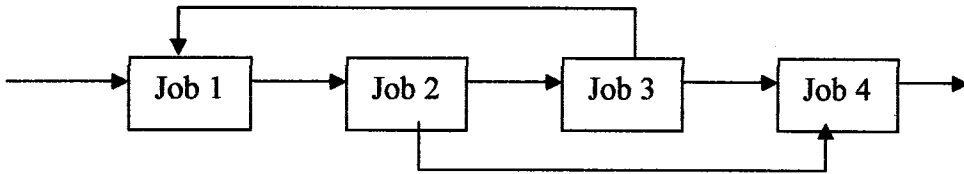
### Macam Penjadwalan Produksi

Penjadwalan secara garis besar dapat dibedakan dalam penjadwalan untuk *job shop* dan *flow shop*. Permasalahan yang membedakan antara *job shop* dan *flow shop* adalah pola aliran kerja yang tidak memiliki tahapan-tahapan proses yang sama. Untuk dapat melakukan penjadwalan dengan baik maka waktu proses kerja setiap mesin serta jenis pekerjaannya perlu diketahui, waktu tersebut dapat diperoleh melalui pengukuran waktu kerja, jenis serta jumlah pekerjaan diperoleh dengan melakukan pengamatan dari operator pada bagian tertentu. setelah mengetahui jenis serta waktu proses kerja setiap mesin yang akan dijadwalkan maka proses penjadwalan baru dapat dilakukan.

Berdasarkan urutan produksi, penjadwalan produksi memiliki dua tipe, yaitu sebagai berikut :

### 1. Penjadwalan Produksi Tipe *Job Shop*

Penjadwalan *job shop* adalah pola alir dari N *job* melalui M mesin dengan pola alir sembarang. Selain itu penjadwalan *job shop* dapat berarti setiap *job* dapat dijadwalkan pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda. Aliran kerja *job shop* adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Pola Aliran kerja *Job shop*

Penjadwalan *job shop* berbeda dengan penjadwalan *flow shop*, hal ini disebabkan karena (Arman, 1999) :

- *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
- Peralatan pada *job shop* digunakan secara bersama-sama oleh bermacam-macam *order* dalam prosesnya, sedangkan peralatan pada *flow shop* digunakan khusus hanya satu jenis produk.
- *Job-job* yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula. Hal ini mengakibatkan *order* tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat *order* tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja. Sedangkan pada *flow shop* tidak terjadi permasalahan seperti diatas karena keseragaman *output* yang diproduksi untuk persediaan. Prioritas *order flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

Pada penjadwalan *job shop*, sebuah operasi dinyatakan sebagai triplet (i,j,k) yang berarti operasi ke j, *job* ke-i, membutuhkan mesin ke-k. uksi dengan pola *job shop*.

Dalam penjadwalan produksi tipe *job shop* terdapat metode-metode yang dapat digunakan guna menyelesaikan masalah penjadwalan tipe ini ada dua macam yaitu Metode penjadwalan *Active* dan Metode penjadwalan *Non Delay*.

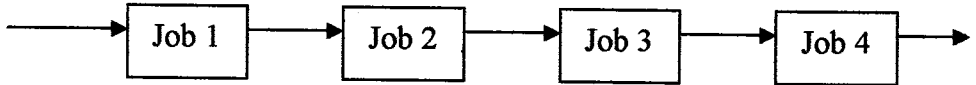
### 2. Penjadwalan Produksi Tipe *Flow Shop*

Penjadwalan *flow shop* adalah pola alir dari N buah *Job* yang melalui proses yang sama (searah). Model *flow shop* merupakan sebuah pekerjaan yang dianggap sebagai kumpulan dari operasi-operasi dimana diterapkannya sebuah struktur presenden khusus.

Penjadwalan *flow shop* dicirikan oleh adanya aliran kerja yang satu arah dan tertentu. Pada dasarnya ada beberapa macam pola *flow shop* yaitu :

### 1. *Flow shop* murni

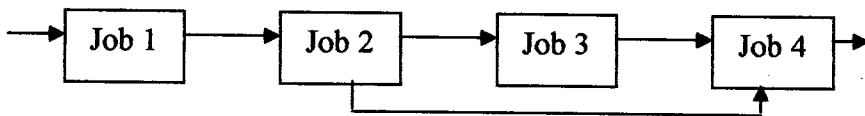
Kondisi dimana sebuah *job* diharuskan menjalani satu kali proses untuk tiap-tiap tahapan proses. Misalnya, masing-masing *job* melalui mesin 1, kemudian mesin 2, mesin 3 dan seterusnya sampai dengan mesin pada proses yang paling akhir. Dibawah ini diberikan gambaran sistem produksi dengan *flow shop* murni :



Gambar 2 Pola Alir *Flow shop* murni.

### 2. *Flow shop* umum

Kondisi dimana sebuah *job* boleh melalui seluruh mesin produksi, dimana mulai awal sampai dengan yang terakhir. Dan selain itu sebuah *job* boleh melalui beberapa mesin tertentu, yang mana mesin tersebut masih berdekatan dengan mesin-mesin lainnya dan masih satu arah lintasannya. Berikut ini contoh sistem produksi dengan pola *flow shop* umum :



Gambar 3 Pola Alir *flow shop* umum.

Dalam penjadwalan produksi tipe *flow shop* terdapat metode-metode yang dapat digunakan guna menyelesaikan masalah penjadwalan tipe ini, metode itu adalah :

1. *Metode Campbell Dudeck Smith*
2. *Metode Palmer*
3. *Metode Dannenbring*

### **Pengurutan Pekerjaan pada Penjadwalan Produksi (*Job Sequencing*)**

Problem *job sequencing* merupakan salah satu dari kebanyakan problem yang paling menarik dari analisa produksi. Permasalahan-permasalahan dalam *job sequencing* amatlah kompleks dan masih jauh dari penyelesaian yang memberikan solusi lengkap dan menyeluruh.

Problem *job sequencing* dapat dinyatakan sebagai berikut misalkan terdapat  $N$  *job* yang harus dikerjakan, dimana masing-masing pekerjaan tersebut memiliki *setup time*, *Processing time*, serta *due date*. Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dibutuhkan suatu proses pada beberapa mesin. Konsekuensinya diperlukan suatu urutan untuk pekerjaan-pekerjaan tersebut agar diperoleh suatu pengurutan (jadwal) yang optimal untuk kriteria *performance* tertentu.

#### ***Problem N Job 2 Machines***

Dalam suatu perusahaan kegiatan produksi dengan *Problem N Job 2 Machines* merupakan suatu kondisi dimana terdapat  $N$  *job* harus di kerjakan melalui dua mesin yaitu  $M_1$  di lanjutkan  $M_2$  sampai selesai. Tujuan yang ingin

di capai oleh Manajemen Produksi suatu perusahaan di sini adalah mengatur urutan pekerjaan yang dapat meminimalkan total waktu penyelesaian. Dalam hal ini *sequencing* penjadwalan bertujuan untuk meminimasi *makespan* (waktu proses keseluruhan *job*) . *Johnson* mengembangkan sebuah algoritma yang di gunakan untuk mendapatkan sebuah *sequence* yang optimal.

### **Metode Campbell Dudeck Smith**

Pada *metode Campbell Dudeck Smith* proses penjadwalan atau penugasan kerja berdasarkan atas waktu kerja yang terkecil yang digunakan dalam melakukan produksi. Dalam permasalahan ini kita mempergunakan  $N$  *job*  $M$  mesin. Mesin yang memiliki waktu terkecil dari mesin pertama akan kita letakkan pada urutan yang paling depan, sedangkan untuk nilai terkecil dari mesin kedua akan kita letakkan pada urutan yang paling belakang.

Dari penyusunan atau penjadwalan yang ada diharapkan akan mengurangi waktu menganggur dari mesin karena pengaturan yang kurang tepat.

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,k} \qquad t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

Perhitungan ini berlangsung terus dengan ketentuan  $k = 1, 2, 3, \dots, (m-1)$ , artinya harga perhitungan  $k$  mulai dari 1 sampai dengan  $m-1$ , bentuk perhitungan melalui tabel-tabel konstulasi ( $k$ ) dari 1 s/d  $m-1$  tersebut dan setiap tabel memiliki urutan *job* tersendiri.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian penjadwalan dengan metode ini adalah sebagai berikut :

*Campbell Dudek and Smith* mencoba algoritma mereka dan menguji *performancenya* pada beberapa masalah, mereka menemukan bahwa algoritma *Campbell Dudek and Smith* biasanya lebih efektif, baik untuk masalah kecil maupun masalah besar.

### **Metode Palmer**

Pada penyelesaian masalah dengan menggunakan metode ini merupakan proses yang perhitungannya memiliki *slope* indeksnya dari rumus *palmer* menurut jumlah mesin yang ada, dengan demikian *job* yang memiliki *slope indeks* terbesar akan dijadwalkan lebih awal. Persamaan rumus untuk bentuk umum penjadwalan dengan metode *Palmer* masing-masing *job* adalah :

$$S_i = - \sum_{j=1}^m (m - (2j - 1)) \cdot t_{ij}$$

Dimana:  $S_i$  = Nilai *slope* indeksnya

$m$  = Jumlah mesin yang dipakai

$j$  = Mesin yang digunakan untuk proses *job*  $I$

$i$  = *Job* yang diproses

$t_{ij}$  = Waktu proses suatu *job* ke- $i$  dan mesin ke- $j$

Selanjutnya dari rumus *slope* dapat dilakukan perhitungan waktu pada *job* ke-*i* sampai dengan ke-*n*. Sehingga akan diketahui urutan *job*-nya berdasarkan atas *slope* yang terbesar dan *Fmax*-nya diketahui dengan jalan membuat peta penjadwalan terlebih dahulu.

### **Metode Dannenbring**

*Metode Dannenbring* ini diperkenalkan pada tahun 1977, pada metode ini hanya memberikan satu urutan pengerjaan *job* dengan menggunakan metode *Johnson* dimana :

- Waktu urutan proses pada mesin pertama adalah :

$$a_i = \sum_{j=1}^m (m - j + 1) t_{ij}$$

- Waktu urutan proses pada mesin kedua adalah :

$$b_i = \sum_{j=1}^m j \cdot t_{ij}$$

Dimana : *m* = Jumlah mesin

*j* = Mesin yang digunakan untuk memproses *job* *I*

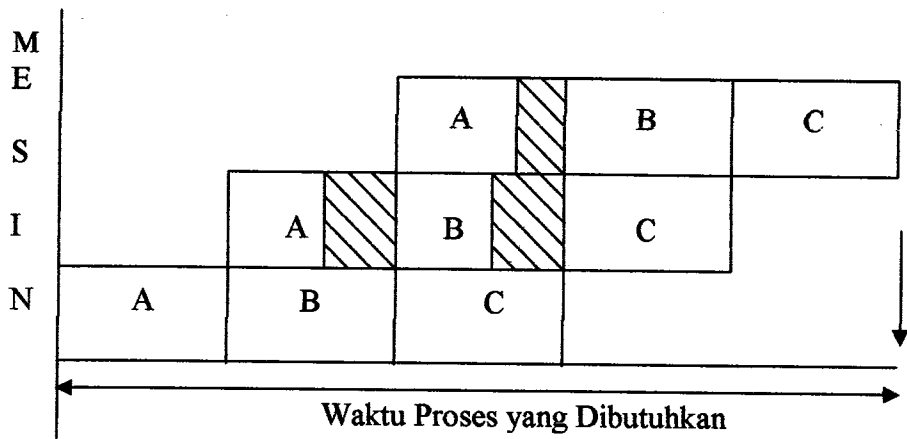
*t<sub>ij</sub>* = Waktu proses pada saat *job* ke-*i* dan mesin ke-*j*

Akhir dari perhitungan ini yaitu :

1. Mengurutkan waktu *job* terkecil sampai dengan terbesar pada perhitungan *slope*-nya.
2. Membuat peta penjadwalannya.
3. Menentukan waktu *Fmax* yang paling minimum dari beberapa alternatif urutan *job*-nya.

### **Peta penjadwalan**

Suatu peta penjadwalan di gambarkan dengan tujuan untuk lebih memperjelas suatu urutan penugasan dan jadwal waktu yang sudah di tentukan secara lengkap. Berikut di bawah ini gambaran urutan pekerjaan yang ditunjukkan dengan peta penjadwalan :



Gambar 2.5 Peta penjadwalan

Peta penjadwalan diatas merupakan gambaran tiga *job* yaitu *job* A, *job* B, dan *job* C yang di kerjakan oleh tiga mesin yaitu  $M_1$ ,  $M_2$ , dan  $M_3$ . Dapat di lihat di atas yaitu urutan pengerjaan *job* : A – B – C ,sedangkan total waktu proses adalah pada saat pengerjaan *job* C pada mesin ketiga. *Job* A memiliki waktu proses yang lebih pendek dari *job* B dan *job* C, sehingga *job* A di jadwalkan pada urutan yang pertama. Berikutnya *job* B memiliki waktu yang lebih pendek dari *job* C sehingga *job* B di jadwalkan pada urutan kedua. Dan *job* C di jadwalkan pada urutan terakhir. Dapat di katakan bahwa waktu proses *job*  $A > job\ B > job\ C$ .

Dari peta penjadwalan ini akan diketahui total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan *job* sesuai dengan urutannya. Dari alternatif urutan *job* yang ada, dipilih sebuah alternatif yang optimal, yaitu yang memberikan waktu penyelesaian (*makespan*) yang terkecil.

### Pengukuran waktu kerja

Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*standar time*). Penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*Work measurement* atau *Time study*). Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan.

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan itu harus berlangsung.

### Penetapan waktu baku

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat mempunyai keseragaman yang dikehendaki dan jumlahnya telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku.

Cara untuk mendapatkan waktu baku adalah sebagai berikut :

1. Menghitung waktu siklus rata-rata

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

2. Menghitung waktu normal

$$W_n = W_s \times P$$

3. Menghitung waktu baku

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{(100\% - Allowance)}$$

Setelah diketahui waktu baku masing-masing proses setiap *job*, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan waktu proses setiap *job*.

### Kelonggaran (*Allowance*)

Kelonggaran merupakan waktu yang diperlukan oleh setiap operator, dalam melakukan pekerjaan operator tentunya tidak akan mampu bekerja terus menerus sepanjang hari tanpa adanya waktu untuk istirahat. Dalam kenyataannya akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu untuk keperluan pribadi, untuk melepaskan lelah dan untuk keperluan lainnya.

Untuk menentukan besarnya kelonggaran yang dibutuhkan oleh operator untuk kebutuhan pribadi dan untuk menghilangkan rasa fatigue untuk berbagai kondisi kerja, pemberian nilai atau angka berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh yang disebut dengan faktor kelonggaran.

Faktor-faktor kelonggaran yang di tunjukkan pada tabel merupakan besarnya kelonggaran untuk menentukan waktu kelonggaran yang akan di berikan pada operator dengan memperhatikan kondisi-kondisi yang sesuai dengan pekerjaan yang bersangkutan.

Adapun tujuan dari kelonggaran adalah untuk mendapatkan waktu baku setelah sebelumnya telah di dapatkan waktu normal. Jadi waktu baku sama dengan waktu normal ditambah kelonggaran. Contoh penggunaan angka faktor kelonggaran, misalkan suatu pekerjaan yang dilakukan dengan tenaga yang sangat ringan, dilakukan sambil duduk dan dengan gerakan yang terbatas. Selanjutnya lihat tabel, dari tabel tersebut di dapat angka persentase kelonggaran sebagai berikut : untuk faktor tenaga yang di keluarkan di beri angka 7 %, sikap kerja 0%, dan gerakan kerja 3%.



## METODOLOGI PENELITIAN

### Identifikasi dan Definisi Variabel

Dapat diidentifikasi variabel-variabel yang berhubungan dengan permasalahan, yaitu sebagai berikut :

1. Waktu Proses

Waktu proses adalah waktu yang diperlukan untuk pengerjaan tiap operasi dalam tiap *job*, termasuk didalamnya waktu *set up* dan waktu persiapan.

2. Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan secara normal. Waktu baku ini diperoleh melalui pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*Stop Watch*)

3. Data Permintaan

Data permintaan adalah jumlah pemesanan atau permintaan dari konsumen pada masing-masing tipe *job*. Data permintaan ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan untuk permintaan tiap-tiap *job* pengerjaan, data ini diperlukan untuk menghitung total pengerjaan waktu untuk masing-masing *job*.

4. Data waktu pengerjaan *job*

Data ini merupakan pengolahan dari data waktu baku dan data permintaan.

### Metode Pengumpulan Data

a. Data *Primer*

Data primer adalah data yang diukur pada saat penelitian lapangan oleh peneliti pada obyek penelitian, dimana data diperoleh secara langsung diperusahaan yang sedang diteliti.

- *Observasi*

Melalui teknik observasi ini penulis mengumpulkan data dengan melakukan pengamatan langsung terhadap masing-masing operator pada tiap stasiun kerja.

- *Interview*

Suatu metode untuk memperoleh data dan keterangan dengan cara melakukan komunikasi secara langsung dengan pihak perusahaan.

b. Data *Sekunder*

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dengan melakukan pengumpulan data yang telah ada diperusahaan (dokumen perusahaan) tanpa ada perhitungan terlebih dahulu.

1. Data permintaan

2. Gambaran umum perusahaan

### Metode Pengolahan Data

Data masing-masing proses produksi

- Pengujian Keseragaman Data

Menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot \sigma \bar{x}$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot \sigma \bar{x}$$

Dengan harga k = nilai konstanta untuk derajat atau tingkat keyakinan, dimana:

Harga k = 1 untuk tingkat keyakinan  $CL \leq 68\%$

Harga k = 2 untuk tingkat keyakinan  $68\% < CL \leq 95\%$

Harga k = 3 untuk tingkat keyakinan  $95\% < CL \leq 99\%$

▪ **Pengujian Kecukupan Data**

Uji kecukupan data dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2}}{\sum X_{ij}} \right]$$

Dimana:

$N'$  = Jumlah pengamatan teoritis yang sebenarnya dilakukan

s = Tingkat ketelitian

N = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

X = Data waktu pengamatan

k = Koefisien distribusi normal sesuai dengan tingkat keyakinan.

$N' \leq N$  menunjukkan bahwa banyaknya data pengukuran pendahuluan telah dianggap "cukup".

$N' > N$  berarti banyaknya data pengamatan pendahulu yang telah dilakukan ternyata "belum cukup", sehingga perlu diadakan pengukuran pendahuluan kembali untuk menambah jumlah data hingga diperoleh  $N' \leq N$  dengan cara perhitungan yang sama.

▪ **Penetapan Waktu Baku**

Cara untuk mendapatkan waktu baku adalah sebagai berikut:

a. Menghitung Waktu siklus rata-rata:  $W_s = \frac{\sum X_i}{N}$

b. Menghitung Waktu normal:  $W_n = W_s \times P$

c. Menghitung Waktu Baku:  $W_b = W_n \times \frac{100\%}{(100\% - Allowance)}$

**Analisa Data**

Untuk menjadwalkan N job M mesin digunakan beberapa metode penjadwalan job antara lain:

1. *Metode Campbell Dudeck and Smith* dengan persamaan:

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,k}$$

$$t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1}$$

Dimana:

- $t_{i,1}^*$  = Waktu proses suatu *job* ke-i dan mesin ke-1
- $t_{i,2}^*$  = Waktu proses suatu *job* ke-i dan mesin ke-2
- $k$  = Konstulasi dengan nilai 1 s/d (m-1)
- $m$  = Jumlah mesin yang dipakai
- $t_{i,k}$  = Waktu proses suatu *job* ke-i dengan konstulasi awal dengan nilai  $k = 1$
- $t_{i,m-k+1}$  = Waktu proses suatu *job* ke-i dengan jumlah mesin dikurangi konstulasi dengan nilai  $k = k + 1$

2. *Metode Palmer*, dengan persamaan:

$$S_i = - \sum_{j=1}^m (m - (2j - 1)) t_{ij}$$

Dimana:

- $S_i$  = Nilai *slope* indeksinya
- $m$  = Jumlah mesin yang dipakai
- $j$  = Mesin yang digunakan untuk proses *job* i
- $i$  = *Job* yang diproses
- $t_{ij}$  = Waktu proses suatu *job* ke-i dan mesin ke-j

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Makespan* Penjadwalan Usulan

Dari total waktu perhitungan *makespan* Metode CDS, *Palmer*, *Dannenbring* (Tabel 4.19). Berikut di bawah ini merupakan selisih waktu antara ketiga metode tersebut untuk mengetahui penggunaan metode dengan waktu yang paling efektif. Dimana pada tabel menunjukkan bahwa metode CDS dan *Dannenbring* menunjukkan waktu total waktu terkecil.

Tabel 1.

*Makespan* Metode Penjadwalan Usulan

Periode	Metode CDS (jam)	Metode Dannenbring (jam)
Maret 2006	604.15	604.15
April 2006	571.18	571.18
Mei 2006	648.72	648.72
Total	1824.05	1824.05

### *Makespan* Riil Perusahaan

Data waktu proses keseluruhan pada perusahaan di dapat dari hasil laporan akhir penyelesaian seluruh *job*. Adapun data *makespan* pada bulan Maret waktu penyelesaian keseluruhan *job* adalah 32 hari 3 jam atau 775,2 jam. Pada bulan April adalah 32 hari 5 jam atau 780 jam dan Mei 35 hari atau 774 jam. Dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.  
*Makespan Penjadwalan Job*

Periode	Makespan Perusahaan (jam)
Maret 2006	775.2
April 2006	780
Mei 2006	840
Total	2395.2

Berikut di bawah ini merupakan selisih waktu metode usulan(4.2) yang paling kecil dengan kondisi riil perusahaan (4.3). untuk mengetahui penggunaan dengan waktu yang paling efektif.

Tabel 3.  
*Selisih Waktu Proses Pengerjaan Job (Makespan)*

Periode	Makespan Perusahaan (jam)	Metode CDS&Dannenbring (jam)	Selisih (jam)	Prosentase (%)
Maret 2006	775.2	604.15	171.05	22.06
April 2006	780	571.18	208.82	26.77
Mei 2006	840	648.72	191.28	22.77
Total	2395.2	1824.05	571.15	23.84

#### **Analisa Hasil perhitungan Makespan**

Dari hasil yang telah diperoleh dapat diketahui total *Makespan* dengan menggunakan metode CDS dan *Dannenbring* adalah 1824.05 jam di bandingkan dengan *Makespan* pada perusahaan 2395.2 jam dengan selisih 571.15 jam atau sebesar 23.84%. Dimana metode yang diusulkan lebih efektif dari *makespan* di perusahaan.

Dalam hal ini ketiga metode usulan atau salah satunya dapat digunakan oleh perusahaan tergantung berapa banyak permintaan dan berapa lama proses dalam pengerjaannya harus benar-benar dipertimbangkan. Waktu kelonggaran dan Faktor penyesuaian juga berpengaruh dalam lama atau tidaknya suatu proses pengerjaan job. Perlunya meningkatkan *Skill* atau kemampuan tenaga kerja agar selalu konsisten dalam pengerjaannya serta perlunya penambahan fasilitas, mengingat kondisi pabrik yang berdebu. Serta pengawasan yang lebih ketat dan manajemen perusahaan dalam program peningkatan motivasi kerja

pada para pekerja agar bisa meminimasi waktu idle (menganggur) yang menyebabkan penumpukan *job*. Karena penjadwalan produksi tidak hanya mementingkan bagaimana *job* itu di selesaikan dengan waktu yang cepat, tetapi harus tetap memperhatikan mutu dan kualitas produk.

## KESIMPULAN

Dari hasil data yang di peroleh dapat total makespan 3 bulan yaitu Maret April dan Mei dapat diambil kesimpulan yaitu metode yang paling efektif adalah metode CDS (*Campbell Dudeck Smith*) dan *Dannenbring* dengan total Makespan 1824.05 jam. Didapat total selisih Waktu antara *makespan* kondisi riil perusahaan 2395.2 jam dengan metode CDS/*Dannenbring* adalah 571.15 jam dengan prosentase 71.60 % %.

## Saran

1. Perusahaan dapat menerapkan metode usulan yaitu metode CDS atau *dannenbring* karena lebih efektif dalam proses pengerjaan *job*.
2. Dalam penjadwalan produksi, perusahaan perlu mempertimbangkan waktu pengerjaan *job* pada setiap *job* yang akan dikerjakan agar dapat menentukan metode yang paling efektif dalam pengerjaannya.
3. Perusahaan dapat mengurangi jumlah faktor penyesuaian dan waktu kelonggaran agar pengerjaan *job* dapat cepat terselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Kenneth R, 1984 "*Introduction To Sequencing and Scheduling*", John Wiley & Sound, New York.
- Barnes, Ralph M, 1980, "*Motion and Time Study Design and Measurement of work*", John Wiley & Sound, New York.
- Biegel, John E, 1978, "*Production Control : A Quantitative Approach*", Prentice Hall Of India Private Limited, New Delhi.
- Elsayed and Boucher, Thomas O, 1994, "*Analisis and Control of Production System*", Prentice Hall International, Inc.
- Herjanto, eddy, 1999, "*Manajemen Produksi dan Operasi*", PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Kusuma, Hendra, 2002, "*Perencanaan dan Pengendalian Produksi*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nasution, H. Arman, 1999, "*Perencanaan dan Pengendalian Produksi*", PT. Guna Widya, Jakarta.
- Sutalaksana, Z. Iftikar, 1999, "*Teknik Tata Cara Kerja*", Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.